

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Jun KITAKADO

Title: ADAPTIVE ARRAY RADIO COMMUNICATION APPARATUS,
ANTENNA CORRELATION DISPLAY METHOD, ANTENNA
CORRELATION ADJUSTMENT METHOD, ANTENNA CORRELATION
DISPLAY PROGRAM, AND ANTENNA CORRELATION ADJUSTMENT
PROGRAM

Appl. No.: Unassigned

Filing Date: 02/18/2004

Examiner: Unassigned

Art Unit: Unassigned

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Japanese Patent Application No. 2003-042978
filed 02/20/2003.

Respectfully submitted,

Date: February 18, 2004

By  _____

FOLEY & LARDNER
Customer Number: 22428
Telephone: (202) 672-5485
Facsimile: (202) 672-5399

William T. Ellis
Attorney for Applicant
Registration No. 26,874

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

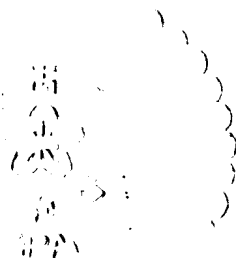
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 2 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 4 2 9 7 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 4 2 9 7 8]

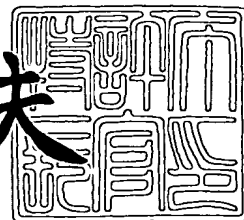
出 願 人 三 洋 電 機 株 式 会 社
Applicant(s):




2 0 0 4 年 1 月 2 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 3 0 2 0



【書類名】 特許願

【整理番号】 JEA1020084

【提出日】 平成15年 2月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 7/26

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社
社内

【氏名】 北門 順

【特許出願人】

【識別番号】 000001889

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

【氏名又は名称】 三洋電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100083703

【弁理士】

【氏名又は名称】 仲村 義平

【選任した代理人】

【識別番号】 100096781

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀井 豊

【選任した代理人】

【識別番号】 100098316

【弁理士】

【氏名又は名称】 野田 久登

【選任した代理人】

【識別番号】 100109162

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 將行

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0006995

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 アダプティブアレイ無線通信装置、アンテナ相関表示方法、アンテナ相関調整方法、アンテナ相関表示プログラム、およびアンテナ相関調整プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のアンテナを有するアダプティブアレイ無線通信装置であって、

前記複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値を推定する推定手段と、

前記推定された前記複数系列の信号間の相関値を表示する表示手段と、

ユーザの手動により、前記複数系列の信号間の相関値を変化させるためのアンテナ相関調整手段とを備えた、アダプティブアレイ無線通信装置。

【請求項 2】 複数のアンテナを有するアダプティブアレイ無線通信装置であって、

前記複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値を推定する推定手段と、

前記推定された相関値が小さくなるように前記複数系列の信号間の相関値を変化させるアンテナ相関調整手段とを備えた、アダプティブアレイ無線通信装置。

【請求項 3】 複数のアンテナを有するアダプティブアレイ無線通信装置におけるアンテナ相関表示方法であって、

前記複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値を推定するステップと、

前記推定された前記複数系列の信号間の相関値を表示するステップとを備えた、アンテナ相関表示方法。

【請求項 4】 複数のアンテナを有するアダプティブアレイ無線通信装置におけるアンテナ相関調整方法であって、

前記複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値を推定するステップと、

前記推定された相関値が小さくなるように前記複数系列の信号間の相関値を変

化させるステップとを備えた、アンテナ相関調整方法。

【請求項 5】 複数のアンテナを有するアダプティブアレイ無線通信装置におけるアンテナ相関表示プログラムであって、コンピュータに、

前記複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値を推定するステップと、

前記推定された前記複数系列の信号間の相関値を表示するステップとを実行させる、アンテナ相関表示プログラム。

【請求項 6】 前記表示ステップは、前記複数系列の信号間の相関値を表示する、請求項 5 に記載のアンテナ相関表示プログラム。

【請求項 7】 前記表示ステップは、前記複数系列の信号間の相関値の大きさの程度を表示する、請求項 5 に記載のアンテナ相関表示プログラム。

【請求項 8】 前記表示ステップは、表示内容として、前記複数系列の信号間の相関値と、前記相関値の大きさの程度とを選択的に表示可能であり、

ユーザの事前の指定に応じて前記表示ステップによる表示内容を決定するステップをさらにコンピュータに実行させる、請求項 5 に記載のアンテナ相関表示プログラム。

【請求項 9】 前記表示ステップは、表示内容として、前記複数系列の信号間の相関値と、前記相関値の大きさの程度とを選択的に表示可能であり、

前記表示ステップによる表示内容を定期的に順次切替えるステップをさらにコンピュータに実行させる、請求項 5 に記載のアンテナ相関表示プログラム。

【請求項 10】 前記推定ステップおよび前記表示ステップを自動的に起動するステップをさらにコンピュータに実行させる、請求項 5 から 9 のいずれかに記載のアンテナ相関表示プログラム。

【請求項 11】 前記推定ステップおよび前記表示ステップをユーザの指示に応じて起動するステップをさらにコンピュータに実行させる、請求項 5 から 9 のいずれかに記載のアンテナ相関表示プログラム。

【請求項 12】 複数のアンテナを有するアダプティブアレイ無線通信装置におけるアンテナ相関調整プログラムであって、コンピュータに、

前記複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値を推定す

るステップと、

前記推定された相関値が小さくなるように前記複数系列の信号間の相関値を変化させるステップとを実行させる、アンテナ相関調整プログラム。

【請求項 13】 前記相関値変化ステップは、

前記相関値が所定のしきい値以下になるように前記複数のアンテナ相互の角度を変更するステップを含む、請求項 12 に記載のアンテナ相関調整プログラム。

【請求項 14】 前記推定ステップおよび前記相関値変化ステップを自動的に起動するステップをさらにコンピュータに実行させる、請求項 12 または 13 に記載のアンテナ相関調整プログラム。

【請求項 15】 前記推定ステップおよび前記相関値変化ステップをユーザの指示に応じて起動するステップをさらにコンピュータに実行させる、請求項 12 または 13 に記載のアンテナ相関調整プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、アダプティブアレイ無線通信装置、アンテナ相関表示方法、アンテナ相関調整方法、アンテナ相関表示プログラム、およびアンテナ相関調整プログラムに関し、特に、複数のアンテナを用いるアダプティブアレイ機能を搭載した移動端末装置、およびそのような移動端末装置における、アンテナ相関表示方法、アンテナ相関調整方法、アンテナ相関表示プログラム、およびアンテナ相関調整プログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、たとえば PHS (Personal Handyphone System) のような移動体通信システムにおいては、移動端末装置（以下、端末）と、無線基地装置（以下、基地局）との間で無線通信が行なわれる。

【0003】

従来の端末は、通常、1本のアンテナを備えており、当該アンテナで受信された無線周波数（RF）の信号は、RF 受信回路において、増幅、周波数変換など

の各種信号処理を受ける。

【0004】

そのようなRF受信回路の信号処理の1つとして、受信信号の受信電力レベル（以下、受信レベル）の測定がある。RF受信回路で測定された当該アンテナでの受信信号の受信レベルは、端末のディスプレイ上においてユーザに表示（通知）され、ユーザは、当該端末の電波環境を推定することが可能となる。

【0005】

一方、2本のアンテナおよびそれぞれに対応するRF受信回路を備え、受信レベルの大きい方のアンテナを受信アンテナとして選択する選択ダイバーシチ受信を行なうダイバーシチ端末が実現されている（例えば、特許文献1参照）。

【0006】

このダイバーシチ端末は、上述のように2本のアンテナを備えているが、そのいずれか一方からの1系統の受信信号を選択して端末内部に取り込み、復調のための信号処理を施すものであり、ユーザには、復調のために選択された1系統の受信信号の受信レベルが表示されるだけであった。

【0007】

一方、基地局では、特定のユーザからの信号を複数のアンテナを用いて受信し、受信した複数系列の信号に周知のアダプティブアレイ処理を施すことにより当該ユーザからの受信信号を分離抽出するアダプティブアレイ基地局が実用化されている。

【0008】

ここで、アダプティブアレイ処理とは、端末からの受信信号に基づいて、基地局の複数のアンテナごとの受信係数（ウェイト）からなるウェイトベクトルを推定して適応制御することによって、特定の端末からの信号を正確に抽出（合成）する周知の処理である。アダプティブアレイ処理は周知であるため、ここでは詳細な説明は行なわない。

【0009】

そして、端末においてもこのようなアダプティブアレイ機能を搭載したアダプティブアレイ端末が開発されつつある。このようなアダプティブアレイ端末では

、複数の（例えば2本の）アンテナおよび対応する複数の（2個の）RF受信回路が設けられ、それぞれのアンテナで受信した複数系列の信号が端末内部に取り込まれ、アダプティブアレイ処理が施されることになる。

【0010】

アダプティブアレイ処理の特性として、複数のアンテナ間での受信信号の相関（値）が小さいほど、受信特性が良好になることが知られている。このような相関（値）を以下、アンテナ相関（値）と称する。

【0011】

すなわち、周知のアダプティブアレイ演算処理によって、たとえば2本アンテナからの受信信号から所望信号を分離抽出するためには、2本のアンテナでそれぞれ異なる信号を受信（相関値が小さい）しなければならない、たとえば2本のアンテナで同一の信号を受信した場合のようにアンテナ間の相関値が大きければ（同一の場合は相関値は1）、アダプティブアレイ演算処理によって受信信号から所望信号を分離抽出することが困難になる。

【0012】

一般的に、アンテナ相関値は、複数のアンテナ相互間の距離、アンテナごとの偏波面などの要因によって変化する。たとえば、各アンテナで受信する信号は、伝搬路でのフェージングの影響を受けているが、複数のアンテナの相互の間隔が離れている方がアンテナごとのフェージングの影響が異なるため、アンテナ相関値は低くなりやすい。また、同様に、アンテナごとの偏波面が異なるほどアンテナ相関値は低くなりやすい。

【0013】

そこで、アダプティブアレイ端末の受信性能を向上させるために、何らかの方法でこのような複数のアンテナ間の受信信号のアンテナ相関値を調整できることが望まれる。

【0014】

【特許文献1】

特開平8-97759号公報

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

ここで、従来の端末の一例として、上述のダイバーシチ端末のように2本のアンテナを有し、そのうちの一方のアンテナが端末内に格納された固定アンテナであり、他方のアンテナが端末外部に取り付けられ、前後方向に倒すことにより角度を調整できる可動アンテナである端末が実現されている。

【0016】

しかしながら、従来、端末のユーザに対する受信信号に関する表示としては、上述のように端末のアンテナ数に関係なく、端末内に取り込まれる1系統の受信信号の受信レベルが表示されるだけであり、アンテナ相関値が算出されたり、表示されたりすることはなかった。

【0017】

このため、従来の複数（2本）アンテナの端末では、たとえ可動アンテナを採用しておりアンテナの角度調整が可能であっても、ユーザは、複数のアンテナ間のアンテナ相関値を知ることはできなかった。

【0018】

したがって、複数アンテナを備えたアダプティブアレイ端末においても同様に、アンテナ間のアンテナ相関値をユーザは知ることができず、このため、たとえアンテナが可動式のものであってもユーザはアンテナ相関値が小さくなるようにアンテナの角度を調整することはできなかった。

【0019】

また、可動アンテナを採用した従来の複数アンテナの端末においては、ユーザの手動による可動アンテナの角度調整は、精度の点で十分とは言えなかった。

【0020】

それゆえに、この発明の目的は、複数アンテナを備えたアダプティブアレイ無線通信装置においても、ユーザが容易にアンテナ相関値を調整することができるアダプティブアレイ無線通信装置、アンテナ相関表示方法、およびアンテナ相関表示プログラムを提供することである。

【0021】

この発明の他の目的は、複数アンテナを備えたアダプティブアレイ無線通信装

置においても、アンテナ相関値を自動的に高精度に調整することができるアダプティブアレイ無線通信装置、アンテナ相関調整方法、およびアンテナ相関調整プログラムを提供することである。

【0022】

【課題を解決するための手段】

この発明の1つの局面によれば、複数のアンテナを有するアダプティブアレイ無線通信装置は、推定手段と、表示手段と、アンテナ相関調整手段とを備える。推定手段は、複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値を推定する。表示手段は、推定された複数系列の信号間の相関値を表示する。アンテナ相関調整手段は、ユーザの手動により、複数系列の信号間の相関値を変化させる。

【0023】

好ましくは、表示手段は、複数系列の信号間の相関値を表示する。

好ましくは、表示手段は、複数系列の信号間の相関値の大きさの程度を表示する。

【0024】

好ましくは、表示手段は、表示内容として、複数系列の信号間の相関値と、相関値の大きさの程度とを選択的に表示可能であり、アダプティブアレイ無線通信装置は、ユーザの事前の指定に応じて表示手段による表示内容を決定する表示内容指定手段をさらに備える。

【0025】

好ましくは、表示手段は、表示内容として、複数系列の信号間の相関値と、相関値の大きさの程度とを選択的に表示可能であり、アダプティブアレイ無線通信装置は、表示手段による表示内容を定期的に順次切替える表示内容切替手段をさらに備える。

【0026】

好ましくは、アダプティブアレイ無線通信装置は、推定手段および表示手段を自動的に起動する起動手段をさらに備える。

【0027】

好ましくは、アダプティブアレイ無線通信装置は、推定手段および表示手段をユーザの指示に応じて起動する起動手段をさらに備える。

【0028】

この発明の他の局面によれば、複数のアンテナを有するアダプティブアレイ無線通信装置は、推定手段と、アンテナ相関調整手段とを備える。推定手段は、複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値を推定する。アンテナ相関調整手段は、推定された相関値が小さくなるように複数系列の信号間の相関値を変化させる。

【0029】

好ましくは、アンテナ相関調整手段は、複数のアンテナ相互の角度を変更するアンテナ駆動手段と、相関値が所定のしきい値以下になるように複数のアンテナ相互の角度を変更するようにアンテナ駆動手段を制御する制御手段とを含む。

【0030】

好ましくは、アダプティブアレイ無線通信装置は、推定手段およびアンテナ相関調整手段を自動的に起動する起動手段をさらに備える。

【0031】

好ましくは、アダプティブアレイ無線通信装置は、推定手段およびアンテナ相関調整手段をユーザの指示に応じて起動する起動手段をさらに備える。

【0032】

この発明のさらに他の局面によれば、複数のアンテナを有するアダプティブアレイ無線通信装置におけるアンテナ相関表示方法は、複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値を推定するステップと、推定された複数系列の信号間の相関値を表示するステップとを備える。

【0033】

好ましくは、表示ステップは、複数系列の信号間の相関値を表示する。

好ましくは、表示ステップは、複数系列の信号間の相関値の大きさの程度を表示する。

【0034】

好ましくは、表示ステップは、表示内容として、複数系列の信号間の相関値と

、相関値の大きさの程度とを選択的に表示可能であり、アンテナ相関表示方法は、ユーザの事前の指定に応じて表示ステップによる表示内容を決定するステップをさらに備える。

【0035】

好ましくは、表示ステップは、表示内容として、複数系列の信号間の相関値と、相関値の大きさの程度とを選択的に表示可能であり、アンテナ相関表示方法は、表示ステップによる表示内容を定期的に順次切替えるステップをさらに備える。

【0036】

好ましくは、アンテナ相関表示方法は、推定ステップおよび表示ステップを自動的に起動するステップをさらに備える。

【0037】

好ましくは、アンテナ相関表示方法は、推定ステップおよび表示ステップをユーザの指示に応じて起動するステップをさらに備える。

【0038】

この発明のさらに他の局面によれば、複数のアンテナを有するアダプティブアレイ無線通信装置におけるアンテナ相関調整方法は、複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値を推定するステップと、推定された相関値が小さくなるように複数系列の信号間の相関値を変化させるステップとを備える。

【0039】

好ましくは、相関値変化ステップは、相関値が所定のしきい値以下になるように複数のアンテナ相互の角度を変更するステップを含む。

【0040】

好ましくは、アンテナ相関調整方法は、推定ステップおよび相関値変化ステップを自動的に起動するステップをさらに備える。

【0041】

好ましくは、アンテナ相関調整方法は、推定ステップおよび相関値変化ステップをユーザの指示に応じて起動するステップをさらに備える。

【 0 0 4 2 】

この発明のさらに他の局面によれば、複数のアンテナを有するアダプティブアレイ無線通信装置におけるアンテナ相関表示プログラムは、コンピュータに、複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値を推定するステップと、推定された複数系列の信号間の相関値を表示するステップとを実行させる。

【 0 0 4 3 】

好ましくは、表示ステップは、複数系列の信号間の相関値を表示する。

好ましくは、表示ステップは、複数系列の信号間の相関値の大きさの程度を表示する。

【 0 0 4 4 】

好ましくは、表示ステップは、表示内容として、複数系列の信号間の相関値と、相関値の大きさの程度とを選択的に表示可能であり、アンテナ相関表示プログラムは、ユーザの事前の指定に応じて表示ステップによる表示内容を決定するステップをさらにコンピュータに実行させる。

【 0 0 4 5 】

好ましくは、表示ステップは、表示内容として、複数系列の信号間の相関値と、相関値の大きさの程度とを選択的に表示可能であり、アンテナ相関表示プログラムは、表示ステップによる表示内容を定期的に順次切替えるステップをさらにコンピュータに実行させる。

【 0 0 4 6 】

好ましくは、アンテナ相関表示プログラムは、推定ステップおよび表示ステップを自動的に起動するステップをさらにコンピュータに実行させる。

【 0 0 4 7 】

好ましくは、アンテナ相関表示プログラムは、推定ステップおよび表示ステップをユーザの指示に応じて起動するステップをさらにコンピュータに実行させる。

【 0 0 4 8 】

この発明のさらに他の局面によれば、複数のアンテナを有するアダプティブア

レイ無線通信装置におけるアンテナ相関調整プログラムは、コンピュータに、複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値を推定するステップと、推定された相関値が小さくなるように複数系列の信号間の相関値を変化させるステップと実行させる。

【0049】

好ましくは、相関値変化ステップは、相関値が所定のしきい値以下になるように複数のアンテナ相互の角度を変更するステップを含む。

【0050】

好ましくは、アンテナ相関調整プログラムは、推定ステップおよび相関値変化ステップを自動的に起動するステップをさらにコンピュータに実行させる。

【0051】

好ましくは、アンテナ相関調整プログラムは、推定ステップおよび相関値変化ステップをユーザの指示に応じて起動するステップをさらにコンピュータに実行させる。

【0052】

したがって、この発明によれば、複数アンテナを備えたアダプティブアレイ無線通信装置において、複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値をユーザに表示することができるので、ユーザは、その表示を目視しながらたとえば可動式アンテナの角度を調整することにより、アンテナ間の相関値が小さくなるよう受信レベルの調整を行なうことが可能となる。これにより、アダプティブアレイ無線通信装置におけるアダプティブアレイ処理の受信特性をより向上させることが可能となる。

【0053】

さらに、この発明によれば、複数アンテナを備えたアダプティブアレイ無線通信装置において、複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値を算出して、その相関値が小さくなるよう、たとえば可動式アンテナの角度を自動的に調整することにより、より高精度にアンテナ相関値の調整が可能となる。これにより、アダプティブアレイ無線通信装置におけるアダプティブアレイ処理の受信特性をより一層向上させることが可能となる。

【0054】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態を図面を参照して詳しく説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【0055】

[実施の形態1]

図1は、この発明の実施の形態1によるアダプティブアレイ端末の構成を示す機能ブロック図である。

【0056】

図示しない基地局からの下り無線信号は、アンテナANT#1, ANT#2でそれぞれ受信され、無線周波数のRF信号として、対応するRF受信回路1, 2に与えられる。

【0057】

RF受信回路1, 2の各々においては、受信したRF信号に対し、増幅、周波数変換などの所定のアナログ処理を施した後、信号処理部3およびアンテナ関連推定部8に与える。信号処理部3は、主制御部5の制御下に、RF受信回路1, 2から受信した信号にアダプティブアレイ処理を施し、所望の受信信号を分離抽出する。

【0058】

すなわち、信号処理部3においては、基地局からの受信信号に基づいて、端末の2本のアンテナANT#1, ANT#2ごとのウェイトからなるウェイトベクトルを推定して適応制御することによって、基地局からの所望信号を正確に抽出(合成)する周知のアダプティブアレイ処理を実行する。

【0059】

図1の信号処理部3には、受信信号のシンボルごとにこのようなウェイトベクトルを推定する図示しないウェイト制御部が設けられており、このウェイト制御部は、受信信号ベクトルと推定されたウェイトベクトルとの複素乗算和と、既知の参照信号との誤差の2乗を減少させるようウェイトベクトルを収束させる処理、すなわち基地局からの受信指向性を収束させるアダプティブアレイ処理を実行

する。

【0060】

アダプティブアレイ処理では、このようなウェイトベクトルの収束を、時間や信号電波の伝搬路特性の変動に応じて適応的に行ない、受信信号中から干渉成分やノイズを除去し、基地局からの受信信号を抽出することができる。

【0061】

このようなウェイト制御部では、ウェイト推定アルゴリズムとして、たとえば RLS (Recursive Least Squares) アルゴリズム、LMS (Least Mean Square) アルゴリズムなどの逐次推定アルゴリズムを使用している。

【0062】

このような RLS アルゴリズムや LMS アルゴリズムは、アダプティブアレイ処理の分野では周知の技術であり、たとえば、1998年11月25日発行の菊間信良著の「アレーアンテナによる適応信号処理」(科学技術出版)、第35頁～第49頁の「第3章 MMS E アダプティブアレー」に詳細に説明されているので、ここではアダプティブアレイ処理についての詳細な説明は省略する。

【0063】

さらに、図1の復調部4は、主制御部5の制御下に、信号処理部3でアダプティブアレイ処理により分離抽出された受信信号に対し復調処理を施し、復調されたビット出力を出力している。また、復調部4は、後述するアンテナ相関値の計算のため、上述の様に一旦復調したビット出力を再変調した信号をアンテナ相関推定部8に与える。

【0064】

なお、主制御部5は、入力部7を介するユーザの指示に基づき、上述の信号処理部3および復調部4に加えて、後述する表示部6の動作も制御する。

【0065】

一方、アンテナ相関推定部8は、主制御部5の制御下に、RF受信回路1, 2からの受信信号、および必要に応じて復調部4からの再変調信号に基づいて、アンテナANT#1, ANT#2で受信した信号系列間のアンテナ相関値を推定し、その結果を主制御部5に与える。

【0066】

ここで、アンテナ相関推定部8におけるアンテナ相関値推定手法の具体例について説明する。以下に、アンテナ相関値推定の代表的な3つの方法について説明するが、この発明に適用されるアンテナ相関値推定手法は、以下に説明する方法に限定されるものではない。

【0067】**(1) 第1のアンテナ相関値推定方法**

この方法は、1スロットの期間中に受信するIQ信号の複数のシンボルデータ(たとえば120シンボル)からアンテナ相関値を推定する方法である。

【0068】

すなわち、アンテナANT#1, ANT#2の受信信号をそれぞれ X_1 , X_2 とすると、アンテナ相関値 α は、次式のように求められる。

【0069】

$$\alpha = |X_1 X_2^H| / |X_1| |X_2| \cdots (1)$$

ここで、 A^H は、行列Aの複素共役転置行列とする。

【0070】

また、 X_j ($j = 1, 2$) は、アンテナANT# j で受信したIQ信号の複数の(n 個の)シンボルデータを要素とする、($X_{j1}, X_{j2}, X_{j3}, \cdots, X_{jn}$)で表わされるベクトルである。

【0071】**(2) 第2のアンテナ相関値推定方法**

この方法は、1スロット内で推定した複数の受信応答ベクトルからアンテナ相関値を推定する方法である。

【0072】

アンテナ相関値の推定方法を説明する前に、受信応答ベクトルの一般的な算出方法について説明する。ここでは、受信信号Xから所望信号の受信応答ベクトルhを推定する場合を例に取り説明する。

【0073】

受信信号Xは次式で表わされるものとする。

$$X = h * D + n \cdots (2)$$

ここで、Dは、所望信号の再変調信号（図1の復調部4からアンテナ相関推定部8に与えられる再変調信号が相当）であり、nはノイズである。

【0074】

ここで、上記(2)式の両辺に、所望信号の再変調信号Dを乗算し、アンサンブル平均（時間平均）を取ると次式で表わされる。

【0075】

$$E[X * D^*] = h * E[D * D^*] + E[n * D^*] \cdots (3)$$

ここで、D*は、ベクトルDの各要素の複素共役を取りさらに転置したものである。また、 $E[D * D^*] = 1$ 、 $E[n * D^*] = 0$ であるため、受信応答ベクトルは、次式で表わされるようになる。

【0076】

$$E[X * D^*] = h \cdots (4)$$

このように算出された受信応答ベクトルhに基づいて、アンテナ相関値は次のように求めることができる。

【0077】

すなわち、アンテナANT#1、ANT#2の受信応答ベクトルをそれぞれ h_1 、 h_2 とすると、アンテナ相関値 α は、次式のように求められる。

【0078】

$$\alpha = |h_1 h_2^H| / |h_1| |h_2| \cdots (5)$$

h_j ($j = 1, 2$) は、アンテナANT#jで推定した複数の(n個の)受信応答ベクトルを要素とする、 $(h_{j1}, h_{j2}, h_{j3}, \cdots, h_{jn})$ で表わされるベクトルである。

【0079】

(3) 第3のアンテナ相関値推定方法

この方法は、複数スロットにわたって各スロットごとの所定場所（たとえば前縁部）で推定した、複数の受信応答ベクトルからアンテナ相関値を推定する方法である。

【0080】

受信応答ベクトルの算出方法は上述したとおりである。

アンテナ ANT# 1, ANT# 2 の受信応答ベクトルをそれぞれ h_1 , h_2 とすると、アンテナ相関値 α は、次式のように求められる。

【0081】

$$\alpha = |h_1 h_2^H| / |h_1| |h_2| \cdots (6)$$

h_j ($j = 1, 2$) は、アンテナ ANT# j で推定した複数の (n スロットにわたる) 受信応答ベクトルを要素とする、($h_{j1}, h_{j2}, h_{j3}, \cdots, h_{jn}$) で表わされるベクトルである。

【0082】

図 1 に戻って、主制御部 5 は、アンテナ相関推定部 8 から取得したアンテナ相関値を、後述するように種々の表示形式に変換し、表示部 6 上に所定のタイミングで表示する。

【0083】

この表示部 6 は、たとえば発光ダイオード (LED)、液晶表示装置 (LCD) などの種々の形式の表示装置で構成することができ、たとえば LED で構成した場合には、その点滅、発光の色などにより、アンテナ相関値を表示し、LCD で構成した場合には、その表示画面上に表わされる文字、数値などにより、アンテナ相関値を表示する。

【0084】

図 2 は、この発明の実施の形態 1 によるアダプティブアレイ端末のアンテナ相関値の表示方法の例を示す模式図である。

【0085】

図 2 の (a) は、アダプティブアレイ端末 100 の外観の正面図を模式的に示している。図 2 の (a) を参照して、アダプティブアレイ端末 100 は、2 本のアンテナ ANT# 1, ANT# 2 を備えており、少なくともそのうちの 1 本は、たとえば前後方向に倒すことにより他方のアンテナに対する角度の調整が可能な可動式のアンテナであるものとする。

【0086】

アダプティブアレイ端末 100 には、図 1 の表示部 6 に相当する表示部が LE

Dおよび／またはLCDにより実現されているものとする。以下に、これらの表示部を用いたアンテナ相関値の表示態様について説明する。

【0087】

まず、図2の(b)を参照すると、この発明の実施の形態1による表示方法1の例が示されている。この表示方法1では、2本のアンテナANT#1, ANT#2のアンテナ相関値がアンテナ相関推定部8により算出され、主制御部5の制御下に、アダプティブアレイ端末100のLCDからなる表示部上に、数値として表示される。

【0088】

たとえば、図2(b)の例では、LCDからなる表示部の画像イメージとして、アンテナANT#1の受信信号とアンテナANT#2の受信信号との相関値である0.2という数値が表示されている。

【0089】

ユーザは、この表示を目視しながら、2本のアンテナの受信信号の相関値がより小さくなるように可動アンテナの角度を手動で調整する。

【0090】

次に、図2の(c)を参照すると、この発明の実施の形態1による表示方法2の例が示されている。この表示方法2では、2本のアンテナANT#1, ANT#2のアンテナ相関値がアンテナ相関推定部8により算出され、主制御部5の制御下に、アダプティブアレイ端末100のLCDまたはLEDからなる表示部上に、相関値の大きさの度合いとして表示される。

【0091】

このような相関値の大きさの度合いは、たとえば、主制御部5において、相関値の大きさを所定のしきい値と対比して大、中、小の3段階に分類することによって、決定することができる。

【0092】

たとえば、図2(c-1)の例では、LCDからなる表示部の画像イメージとして、アンテナANT#1の受信信号とアンテナANT#2の受信信号との相関値の大きさの度合いである「小」が表示されている。

【0093】

また、図2(c-2)の例では、3個のLEDからなる表示部の画像イメージとして、アンテナANT#1の受信信号とアンテナANT#2の受信信号との相関値の大きさの度合いである「小」に対応するLEDを点灯させる。

【0094】

また、図2(c-3)の例では、1個のLEDからなる表示部の画像イメージとして、アンテナANT#1の受信信号とアンテナANT#2の受信信号との相関値の大きさの度合いである「小」に対応する点滅速度、または色でLEDを点灯させる。

【0095】

たとえば、相関値の大きさの度合いが「大」の場合は高速でLEDを点滅させ、「中」の場合は低速で点滅させ、「小」の場合は点灯させたままにする。

【0096】

また、相関値の大きさの度合いが「大」の場合は赤色でLEDを点灯させ、「中」の場合は黄色で点滅させ、「小」の場合は緑色で点灯させる。

【0097】

ユーザは、これらの表示を目視しながら、2本のアンテナの受信信号の相関値の大きさの度合いが小さくなるように可動アンテナの角度を手動で調整する。

【0098】

以上のような表示方法1または2の選択は、ユーザが入力部7を操作して事前に指定できるように構成してもよく、また表示方法1または2を定期的に順次切替えていくように構成してもよい。

【0099】

また、以上のような相関値の判定および表示処理は、アダプティブアレイ端末が自動的に起動してもよく、またユーザが入力部7を操作してそれを契機に起動するように構成してもよい。

【0100】

図1に示したアダプティブアレイ端末の機能ブロック図の構成は、実際には、図示しないデジタル・シグナル・プロセッサ(DSP)によって、図3に示すフ

ロー図に従ってソフトウェアで実行されるものである。このDSPは、図3に示すフロー図の各ステップを備えるプログラムを図示しないメモリから読み出して実行する。このプログラムは、外部からインストールすることができる。

【0101】

以下に、図3を参照して、この発明の実施の形態1によるアダプティブアレイ端末の相関値表示動作について説明する。

【0102】

まず、ステップS1において、タイマによる割込みによって表示に関する動作が自動的に起動されるか、またはユーザによる入力部の操作によって表示に関する動作が起動される。

【0103】

次に、ステップS2において、事前にユーザによって表示方法（例えば、図2に例示した表示方法1または2のいずれか）が指定されているか否かが判定される。

【0104】

特に指定されていなければ、ステップS3において、前回の表示方法の次の表示方法で表示する（すなわち、ステップS3では、表示方法1～2を順次インクリメントして表示する）。

【0105】

一方、ステップS2において、表示方法が事前に指定されていることが判定されると、ステップS4に進み、指定された表示方法が図2（b）の表示方法1であるか否かが判定される。

【0106】

ステップS4において、指定された表示方法が表示方法1であると判定されると、ステップS5に進み、図2（b）に示したように、表示方法1によって、アンテナANT#1、ANT#2のそれぞれの受信信号の相関値をそのまま表示する。

【0107】

一方、ステップS4において、指定された表示方法が表示方法1ではないと判

定されると、ステップ S 6 に進み、図 2 (c) に示したように、表示方法 2 によって、アンテナ ANT # 1, # 2 のそれぞれの受信信号の相関値の大きさの度合いを表示する。

【0108】

以上のような処理を繰返すことにより、ユーザによる表示方法の指定があれば当該表示方法での表示が実行され、特に指定がなければ、表示方法 1 ~ 2 が順次繰返されることになる。

【0109】

以上のように、この発明の実施の形態 1 によれば、複数アンテナを備えたアダプティブアレイ端末において、複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値をユーザに様々な態様で表示（通知）することができるので、ユーザは、その表示を目視しながら可動式アンテナの角度、すなわちアンテナ相互の角度を調整することにより、アンテナ間の受信信号の相関値が小さくなるよう相関値の調整を行なうことができる。これにより、アダプティブアレイ端末におけるアダプティブアレイ処理の受信特性をより向上させることが可能となる。

【0110】

〔実施の形態 2〕

図 4 は、この発明の実施の形態 2 によるアダプティブアレイ端末の構成を示す機能ブロック図である。図 4 に示す機能ブロック図は、以下の点を除いて、図 1 に示した実施の形態 1 による機能ブロック図と同じであり、共通する部分については、説明を繰返さない。

【0111】

すなわち、図 4 の機能ブロック図では、図 1 の表示部 6 に代えて（または追加して）、アンテナ駆動制御部 9 が設けられている。また、図 1 の表示部 6 を制御する主制御部 5 に代えて、アンテナ駆動制御部 9 を制御する主制御部 10 が設けられている。

【0112】

アンテナ駆動制御部 9 は、前述したように、アダプティブアレイ端末の 2 本のアンテナのうち、たとえば前後方向に倒すことにより角度の変更が可能な可動式

アンテナの角度調整を、主制御部 10 からの制御信号に応じて自動的に駆動制御する。

【0113】

主制御部 10 は、アンテナ相関推定部 8 から取得したアンテナ相関値が所定のしきい値以上であることを判定すると、アンテナ相関値がそのしきい値以下になるように 2 本のアンテナ相互の角度を調整するようアンテナ駆動制御部 9 を制御する。

【0114】

以上のようなアンテナ相関値の判定およびアンテナ駆動制御処理は、アダプティブアレイ端末が自動的に起動してもよく、またユーザが入力部 7 を操作してそれを契機に起動するように構成してもよい。

【0115】

図 4 に示したアダプティブアレイ端末の機能ブロック図の構成は、実際には、図示しないデジタル・シグナル・プロセッサ (DSP) によって、図 5 に示すフロー図に従ってソフトウェアで実行されるものである。この DSP は、図 5 に示すフロー図の各ステップを備えるプログラムを図示しないメモリから読み出して実行する。このプログラムは、外部からインストールすることができる。

【0116】

以下に、図 5 を参照して、この発明の実施の形態 2 によるアダプティブアレイ端末の相関値調整動作について説明する。なお、以下に説明する例では、アダプティブアレイ端末の 2 本のアンテナは双方とも角度調整可能な可動式アンテナであるものとする。

【0117】

まず、ステップ S 11 において、タイマによる割込みによってアンテナ制御に関する動作が自動的に起動されるか、またはユーザによる入力部の操作によってアンテナ制御に関する動作が起動される。

【0118】

次に、ステップ S 12 において、アンテナ ANT#1, ANT#2 の受信信号の相関値を算出する。

【0119】

次に、ステップS13において、算出されたアンテナ相関値が所定のしきい値以下か否かが判定される。相関値がしきい値以下であることが判定されると処理を終了する。

【0120】

一方、相関値が所定のしきい値以下でないことが判定されると、ステップS14において、アンテナANT#1の角度を変更しながら（ANT#2の角度は固定）、それぞれの角度に対応するアンテナ相関値を取得し、角度に対応付けて記憶する。

【0121】

ステップS15において、記憶されたアンテナ相関値のうち、しきい値以下となるアンテナ相関値があったか否かが判定される。しきい値以下のアンテナ相関値があったと判定されると、ステップS16に進み、アンテナ相関値が最小となる角度にアンテナANT#1の角度を調整する。そして処理を終了する。

【0122】

一方、ステップS15において、しきい値以下となるアンテナ相関値がなかったことが判定されると、ステップS17において、ANT#2の角度をすでに全ての所定の角度に変更したか否かが判定される。そして、未だ変更すべき角度が残っていると判定されると、ステップS18において、アンテナANT#2の角度を所定の1段階分変更する。

【0123】

そして、アンテナANT#2の角度を当該角度に固定して、上述のステップS12から17を繰り返す。ステップS17でアンテナANT#2の角度をすべての所定の角度に変更し終わったことが判定されると、ステップS19において、それまででアンテナ相関値が最小となったアンテナANT#1，ANT#2の角度の組合せに、ANT#1，ANT#2の角度を移動させ、処理を終了させる。

【0124】

これにより、2本のアンテナのアンテナ相関値を最小の値に調整することができる。

【0125】

以上のように、この発明の実施の形態2によれば、複数アンテナを備えたアダプティブアレイ端末において、複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値を算出して、相関値が小さくなるよう、可動式アンテナの角度、すなわちアンテナ相互の角度を自動的に調整することにより、より高精度にアンテナ相関値の調整が可能となる。これにより、アダプティブアレイ無線通信装置におけるアダプティブアレイ処理の受信特性をより一層向上させることが可能となる。

【0126】

なお、上述の実施の形態1および2では、アダプティブアレイ端末のアンテナは2本であったが、アダプティブアレイ処理に必要な複数本であればよく、2本に限られない。また、複数本すべてが可動式アンテナである必要はなく、アンテナ相互の角度が調整できれば、可動式アンテナと固定アンテナとが混在していてもよい。

【0127】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0128】**【発明の効果】**

以上のように、この発明によれば、複数アンテナを備えたアダプティブアレイ無線通信装置において、複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値をユーザに表示することができる。これにより、ユーザは、その相関値表示を目視しながら、たとえば可動式アンテナの角度を調整することにより、アンテナ相関値が小さくなるようアンテナ相関値の調整を行なうことが可能となる。この結果、この発明によればアダプティブアレイ無線通信装置におけるアダプティブアレイ処理の受信特性をより向上させることが可能となる。

【0129】

さらに、この発明によれば、複数アンテナを備えたアダプティブアレイ無線通信装置において、複数のアンテナのそれぞれで受信した複数系列の信号間の相関値を算出して、相関値が小さくなるよう、たとえば可動式アンテナの角度を自動的に調整することができる。これにより、より一層高精度にアンテナ相関値の調整が可能となる。この結果、この発明によればアダプティブアレイ無線通信装置におけるアダプティブアレイ処理の受信特性をより一層向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態 1 によるアダプティブアレイ端末の構成を示す機能ブロック図である。

【図 2】 この発明の実施の形態 1 によるアダプティブアレイ端末のアンテナ相関値の表示方法の例を示す模式図である。

【図 3】 この発明の実施の形態 1 によるアダプティブアレイ端末の動作を示すフロー図である。

【図 4】 この発明の実施の形態 2 によるアダプティブアレイ端末の構成を示す機能ブロック図である。

【図 5】 この発明の実施の形態 2 によるアダプティブアレイ端末の動作を示すフロー図である。

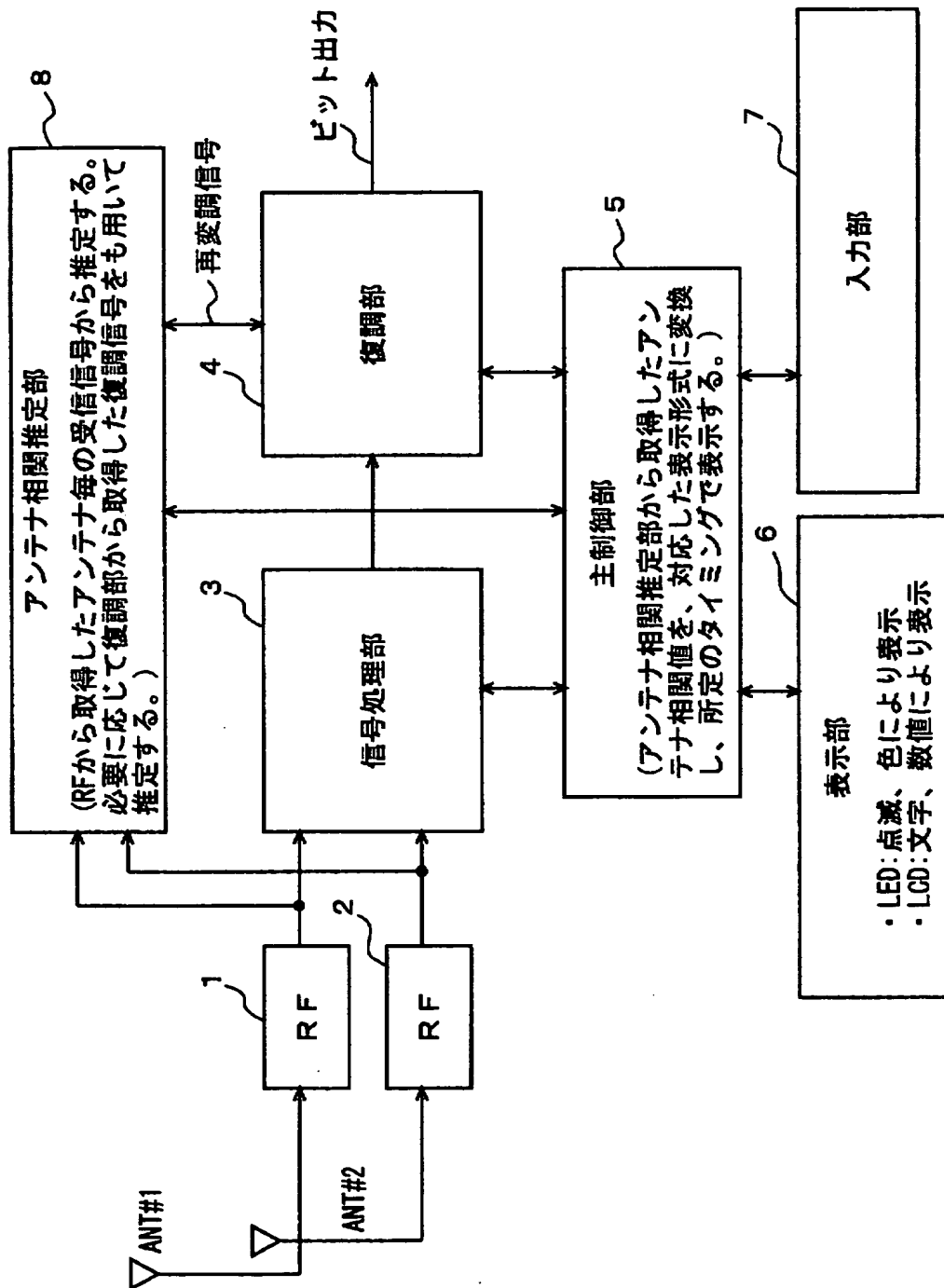
【符号の説明】

1, 2 RF 受信回路、3 信号処理部、4 復調部、5, 10 主制御部、7 入力部、8 アンテナ相関推定部、9 アンテナ駆動制御部、ANT#1, ANT#2 アンテナ。

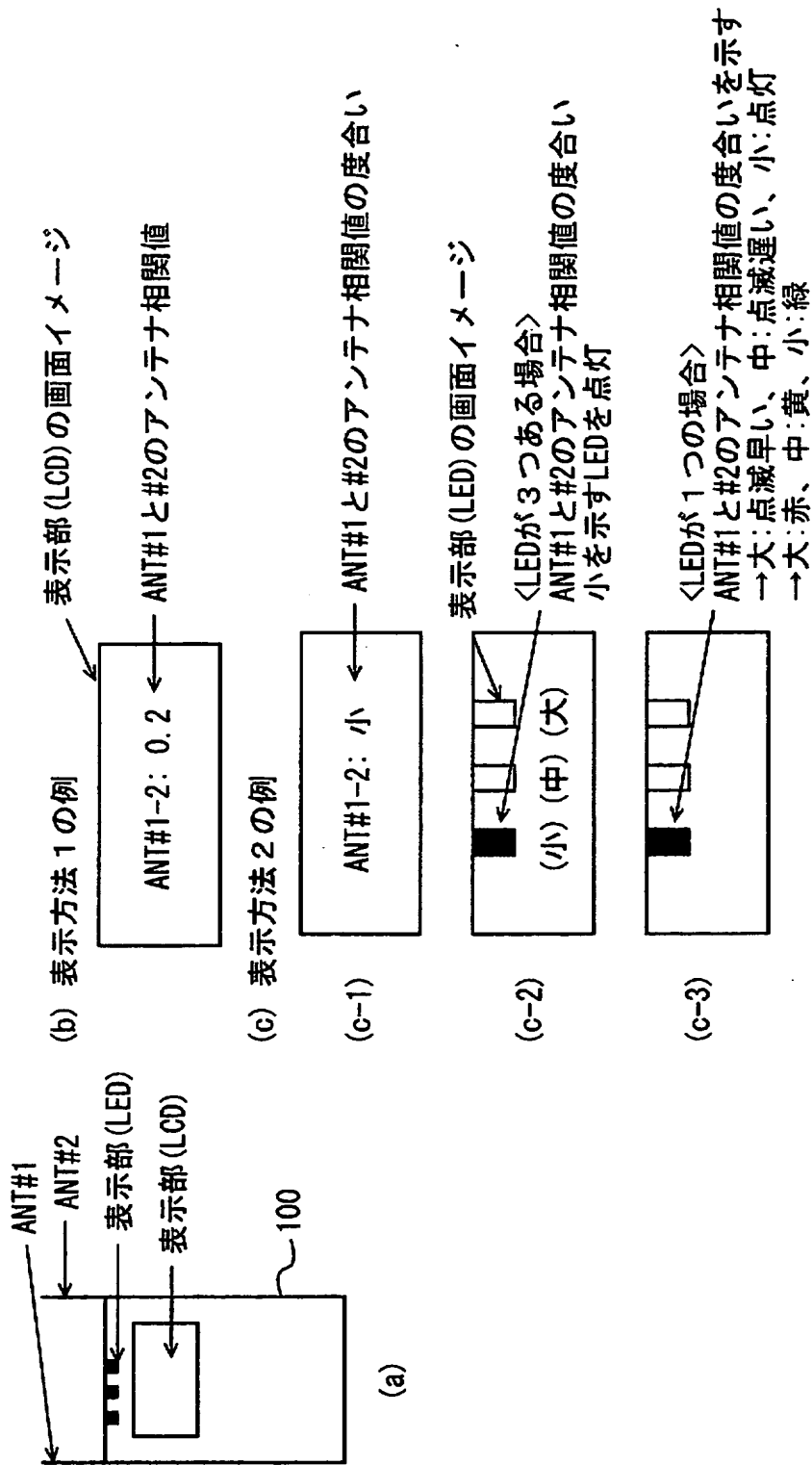
【書類名】

図面

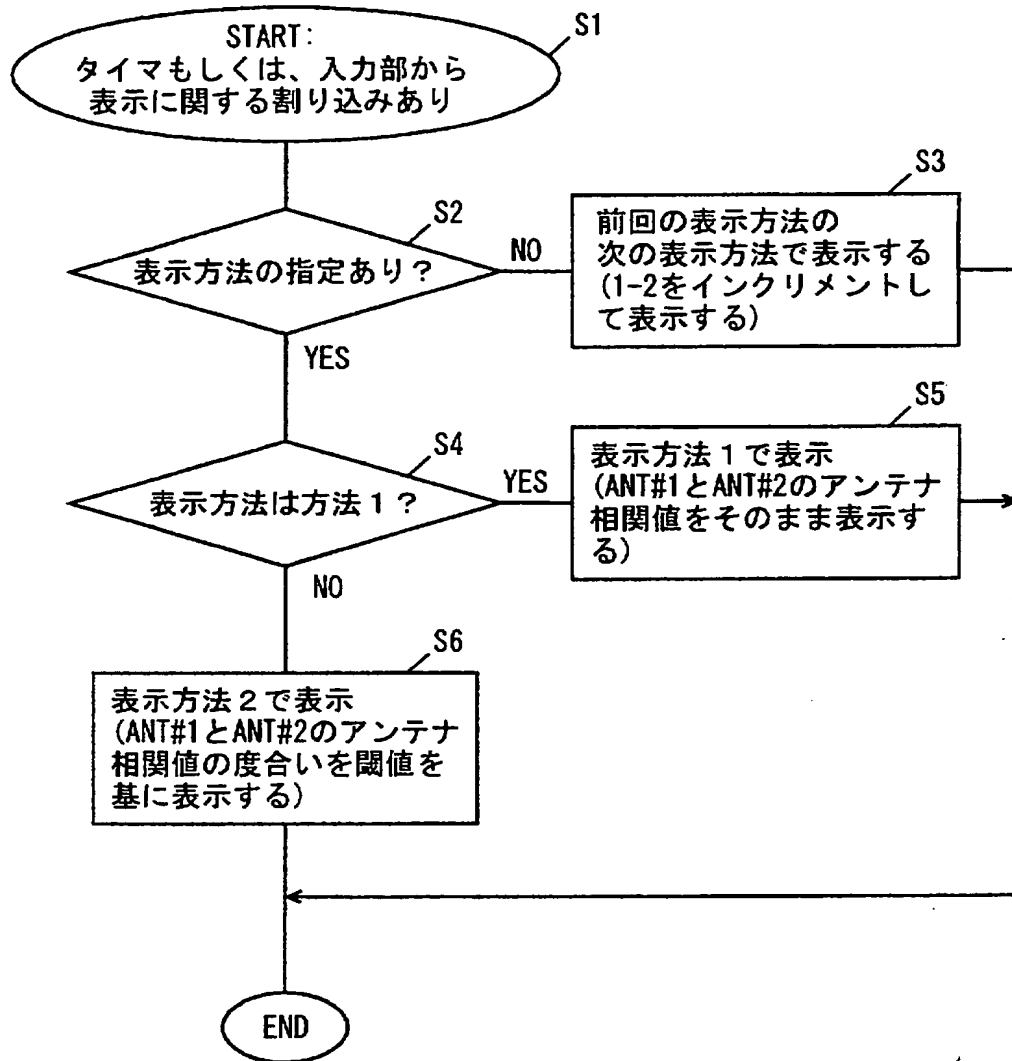
【図 1】



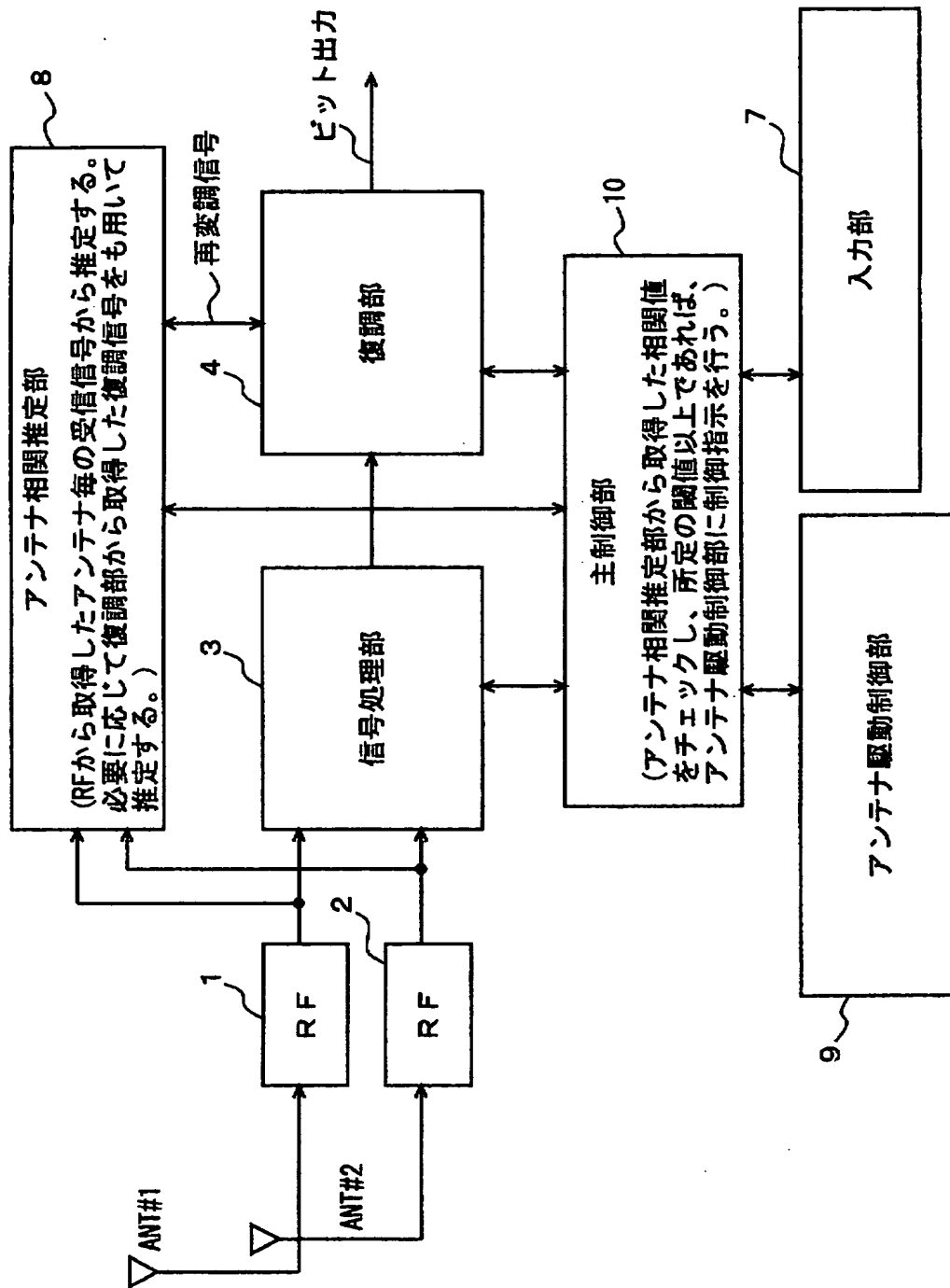
【図 2】



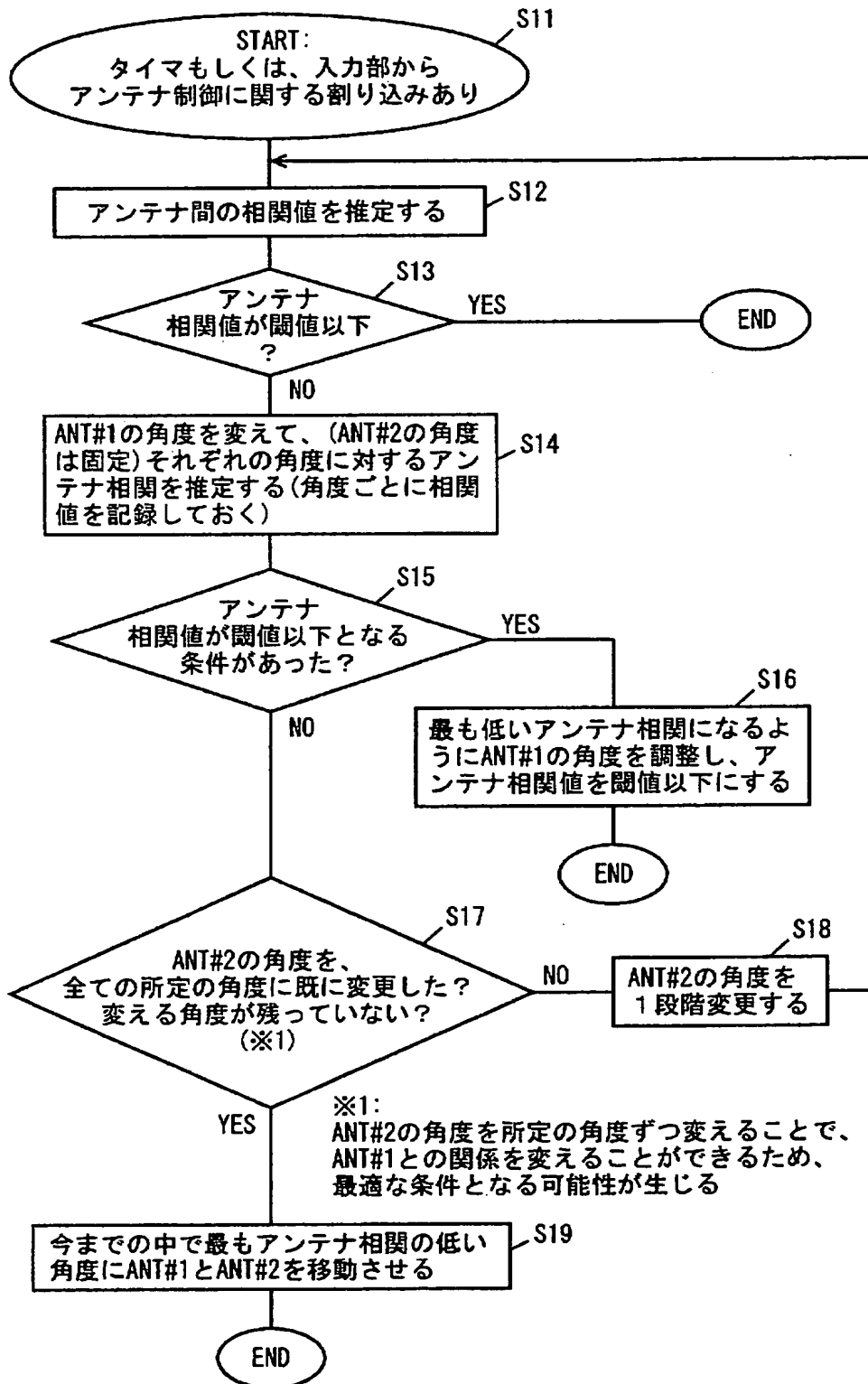
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 アダプティブアレイ特性の向上を図ったアダプティブアレイ無線通信装置、アンテナ相関表示方法、アンテナ相関調整方法、アンテナ相関表示プログラム、およびアンテナ相関調整プログラムを提供する。

【解決手段】 アダプティブアレイ端末において、2本のアンテナANT#1, ANT#2の少なくとも一方は可動式アンテナである。2本のアンテナのそれぞれの受信信号の相関値が、端末の表示部6上に表示される。これにより、ユーザは、2本のアンテナの受信信号の相関値が小さくなるようアンテナ角度を調整することができる。または、端末の制御部は、2本のアンテナのアンテナ相関値がしきい値以下となるようアンテナ角度を自動的に調整する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 4 2 9 7 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 8 8 9]

1. 変更年月日	1 9 9 3 年 1 0 月 2 0 日
[変更理由]	住所変更
住 所	大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号
氏 名	三洋電機株式会社